

Efek *Drive* Analog untuk Gitar Elektrik dengan Kontrol Berbasis Arduino

Jonathan Limantara, Thiang, Handry Khoswanto

Program Studi Teknik Elektro Universitas Kristen Petra

jonathan.limantara@gmail.com, thiang@petra.ac.id, handry@petra.ac.id

Abstract - Drive effect is one of the most common effect used by many guitarists to play music, and often have limited setting, yet many analog based-sound is also still needed.

This system consists of 5 types of drive effect connected to digital potentiometers so that the setting value can be saved by outputting analog potentiometer value to the digital potentiometer. Arduino is the main controller for reading, storing, and outputting analog potentiometer values to digital potentiometers with help of EEPROM. This system is also able to send MIDI messages to external effect to change preset simultaneously.

Based on the experimental result, it is possible to read, store values of analog potentiometer, and output it to digital potentiometer with help of EEPROM, so the desired sound is retained from a certain setting. MIDI messages are also sent correctly to external effects so both the system and external effect able to change preset simultaneously.

Keywords— Drive Effect, Digital Potentiometer, Arduino, MIDI

Abstrak - Efek *drive* merupakan efek yang sering digunakan oleh para gitaris dalam berkarya, dan sering mengalami keterbatasan *setting* namun tetap membutuhkan suara dari rangkaian analog yang beragam.

Sistem ini terdiri dari 5 jenis efek *drive* yang terhubung dengan potensiometer digital sehingga *setting* dapat tersimpan dengan cara memasukkan dan mengeluarkan nilai potensiometer analog ke dalam potensiometer digital. Arduino menjadi pusat kontrol untuk pembacaan nilai potensiometer analog, untuk menyimpan nilai yang masuk ke potensiometer digital dengan menggunakan EEPROM, serta mengirim nilai tersebut pada potensiometer digital. Selain itu sistem ini juga dapat mengirim pesan MIDI pada efek eksternal untuk perpindahan *preset*.

Berdasarkan hasil pengujian, nilai potensiometer analog dapat dibaca, disimpan pada EEPROM dan dikeluarkan dengan tepat pada potensiometer digital, sehingga suara yang dihasilkan pada suatu *setting* tetap sama. Selain itu pengiriman pesan MIDI juga dapat dikirimkan dengan tepat pada tiap *preset* sehingga memungkinkan untuk berpindah *preset* secara bersama-sama dengan efek eksternal.

Kata Kunci— Efek Drive, Potensiometer Digital, Arduino, MIDI

I. Pendahuluan

Salah satu perangkat yang penting untuk bermusik bagi seorang pemain gitar elektrik adalah efek gitar. Adanya *efek gitar* dalam perangkat yang digunakan memungkinkan seorang gitaris untuk menghasilkan bunyi yang beragam. Salah satu contoh efek gitar yang umum digunakan oleh gitaris adalah efek *drive*, yaitu sebuah efek yang dapat mengatur *gain* dari suara gitar dan mensimulasikan karakteristik *amplifier* gitar dengan *transistor* tabung^[1]. Efek ini dapat menimbulkan harmonisa pada sinyal aslinya sehingga suara yang dihasilkan menjadi lebih kasar^[2]. Sebagian besar efek *drive* dibuat secara analog, dan pada umumnya satu pedal efek hanya mewakili satu jenis *drive*. Dengan adanya keterbatasan ini maka tidak jarang pemain gitar akan membeli lebih dari satu pedal *drive*. Hal ini akan memberatkan gitaris dalam hal biaya untuk membeli efek *drive* yang lainnya. Selain itu, *power supply* juga menjadi kendala bagi gitaris karena semakin banyak efek yang digunakan maka *power supply* yang digunakan menjadi semakin banyak.

Efek *drive* analog memiliki parameter-parameter yang diatur secara analog. Biasanya, efek *drive* menggunakan potensiometer untuk mengatur parameter-parameter yang ada, seperti *gain*, *bass*, *treble* dan volume. *Setting* parameter ini sangat bergantung pada posisi potensiometer yang diatur pengguna. Karena parameter tersebut diubah secara analog, maka pengguna tidak dapat menyimpan beberapa *setting* yang berbeda. Bila ingin membuat *setting* yang baru maka pengguna harus membuang *setting* yang ada. Pengguna hanya dapat menyimpan satu jenis *setting* dari efek *drive* tersebut.

Perusahaan *synthesizer* bernama Elektron telah membuat sebuah efek bernama Analog Drive, yaitu efek *drive* analog yang dapat menyimpan *setting* analog dalam sebuah *preset* secara digital^[3]. Efek ini memiliki 8 jenis efek *drive*, dan dapat menyimpan satu jenis efek *drive* di tiap *preset*. Delapan jenis efek *drive* tersebut terpisah-pisah dalam rangkaian yang berbeda, sehingga membutuhkan wadah yang sangat besar. Karena itu, ukuran efek ini mencapai ukuran 17 x 17 cm. Selain itu, 4 jenis *drive* yang ada pada efek ini memiliki jenis *drive* yang sama yaitu efek *distortion*. Karakteristik 4 rangkaian ini tidak jauh berbeda dari satu dan yang lainnya, sehingga keempat jenis efek ini menghabiskan banyak tempat.

Untuk menjawab permasalahan di atas, maka diperlukan adanya sebuah efek gitar yang dapat menampung beberapa jenis efek *drive*. Efek *drive* yang ditampung dalam pedal ini yaitu *clean boost*, *low gain overdrive*, *medium gain overdrive*, *distortion* dan *fuzz*. Kelima jenis efek *drive* ini merupakan hasil penyederhanaan jenis *drive* yang ada pada efek milik Elektron, sehingga pengguna lebih mudah untuk memilih efek *drive* yang diinginkan. Penyederhanaan ini juga membuat wadah yang akan digunakan berukuran lebih kecil dari produk Elektron tersebut.

Pemilihan jenis efek *drive* dibantu dengan penggunaan Arduino. Pada efek ini Arduino juga berfungsi untuk membaca nilai dari potensiometer analog dan mengeluarkannya ke potensiometer digital yang terhubung dengan rangkaian efek *drive*. Nilai ini dapat disimpan dalam sebuah ruang penyimpanan bernama *preset* dan dapat dikeluarkan saat *preset* tersebut dipanggil. Selain itu efek ini juga memungkinkan untuk melakukan komunikasi dengan efek lain dengan protokol MIDI (*Musical Instrument Digital Interface*). MIDI memungkinkan beberapa efek gitar untuk berkomunikasi dengan efek atau instrumen lainnya menggunakan sebuah protokol *serial* dari sebuah *microcontroller*^[4]. Komunikasi yang akan dirancang dalam efek ini adalah perpindahan *preset* secara bersama-sama dengan efek lainnya.

II. Perencanaan Desain Alat

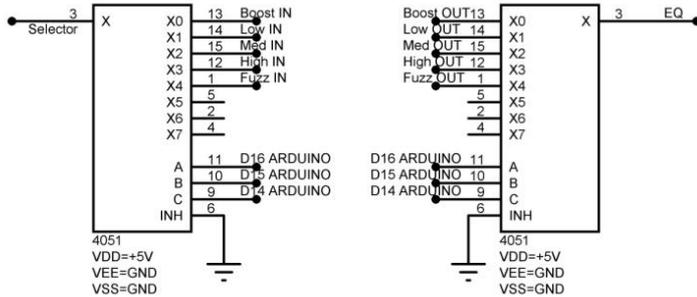
Efek analog *drive* menggunakan Arduino Mega 2560 sebagai pusat kendali untuk keseluruhan sistem. Arduino mengendalikan *input* dan *output* yang digunakan dalam sistem. *Input* yang diterima oleh Arduino adalah *input* dari potensiometer analog, *rotary encoder*, dan *footswitch* untuk *preset up* dan *down*. Sedangkan *output* yang dikeluarkan oleh Arduino adalah data *multiplexer* untuk rangkaian *selector*, data potensiometer digital, *seven segment display*, indikator LED, dan pesan MIDI. Selain itu, Arduino juga berfungsi sebagai *supply* untuk komponen yang memerlukan tegangan +5V.

Rotary encoder pada sistem digunakan untuk memilih jenis efek *drive* yang diinginkan. Rangkaian ini mengatur *input logic* pada rangkaian *selector*. Jenis efek yang dipilih ditandai dengan indikator LED yang sesuai dengan jenis efek *drive* yang dipilih. Parameter efek *drive* yang dipilih dapat diatur dengan potensiometer analog. Potensiometer analog ini akan mengirimkan nilai pada potensiometer digital. Nilai potensiometer analog yang dimasukkan ke potensiometer digital dapat disimpan dengan menahan *switch* yang ada pada rangkaian *rotary encoder*. Efek ini memiliki 50 *preset* sebagai tempat penyimpanan untuk jenis efek beserta nilai potensiometernya. Nomor penyimpanan dapat dipilih dengan *footswitch* untuk menaikkan dan menurunkan nomor *preset*. Pada saat terjadi pergantian *preset*, sistem juga akan mengirimkan pesan MIDI ke efek eksternal untuk perpindahan *preset* juga.

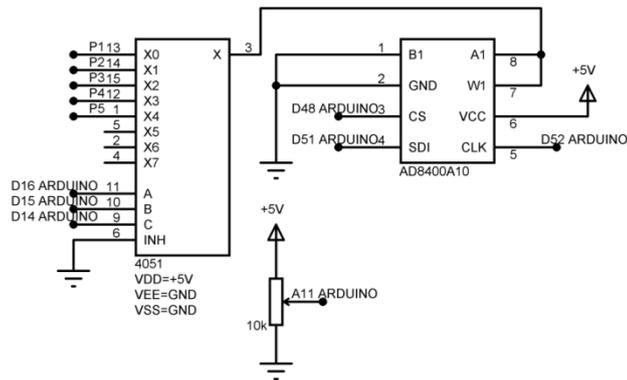
A. Rangkaian Selector

Rangkaian ini terdiri dari 3 buah *analog multiplexer* 74HC4051. *Multiplexer* pertama digunakan untuk memilih jenis efek *drive* mana yang akan dilalui sinyal gitar setelah melalui *buffer*. *Multiplexer* kedua digunakan untuk meneruskan sinyal dari jenis efek *drive* yang sedang dipilih ke *equalizer*. Sedangkan *multiplexer* ketiga digunakan untuk memilih kaki *emitter* jenis *drive* yang dipilih untuk dihubungkan dengan potensiometer digital AD8400A10 sebesar 10K Ω . Potensiometer digital ini akan mengatur *gain* dari rangkaian *drive* yang dipilih. Besaran potensiometer digital diatur menggunakan potensiometer analog sebesar 10K Ω yang dihubungkan ke Arduino. Nilai

resistansi potensiometer *gain* berbanding terbalik dengan *gain* yang dihasilkan oleh efek *drive*. Bila resistansi potensiometer *gain* semakin mengecil, maka *gain* yang dihasilkan akan semakin besar, dan berlaku pula sebaliknya. Ketiga *multiplexer* ini memiliki 3 *bit* untuk menentukan arah *switching* yang akan dikendalikan juga oleh Arduino.



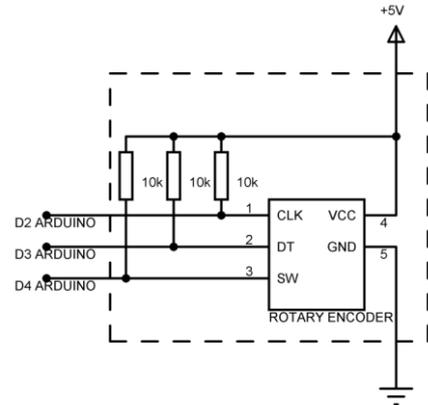
Gambar 1. Multiplexer input dan output efek drive



Gambar 2. Multiplexer potensiometer digital gain efek drive

B. Rangkaian Rotary Encoder

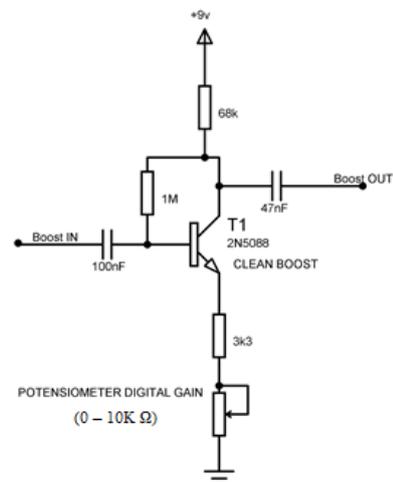
Rangkaian ini digunakan untuk memasukkan *bit* pada *multiplexer* sehingga dapat memilih efek *drive* yang diinginkan. Rangkaian ini hanya dapat memilih 1 jenis efek *drive* dari total 5 kombinasi.



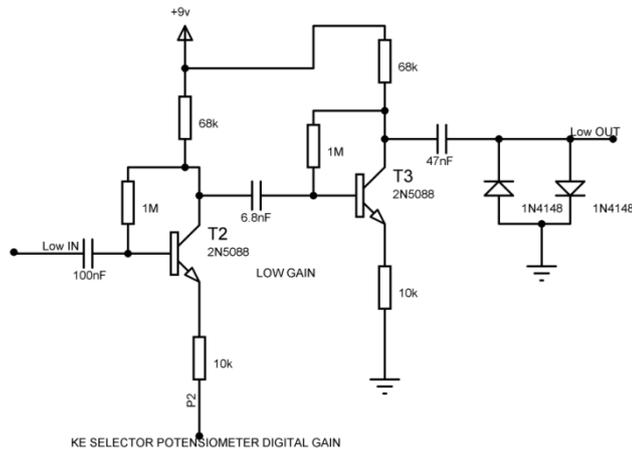
Gambar 3. Skematik modul rotary encoder

C. Rangkaian Drive

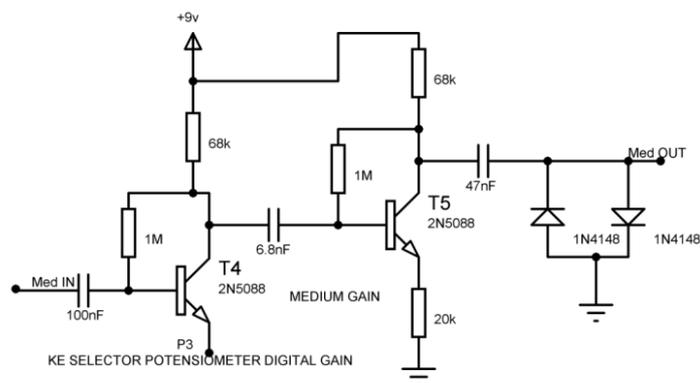
Rangkaian *drive* yang dibuat ada 5 jenis, yaitu *clean boost*, *low gain drive*, *medium gain drive*, *high gain drive*, dan *fuzz*. Kelima jenis efek *drive* ini menggunakan desain dari Joe Gore yang diperoleh dari situs tonefiend.com. Joe Gore mendesain efek *distortion* dan *fuzz* menggunakan transistor NPN untuk membuat *common emitter amplifier*^[5]. Rangkaian ini menggunakan *collector feedback biasing*.



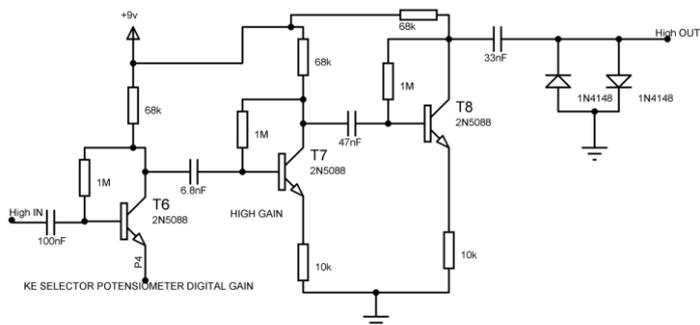
Gambar 4. Skematik clean boost
 Sumber: Gore (2011)



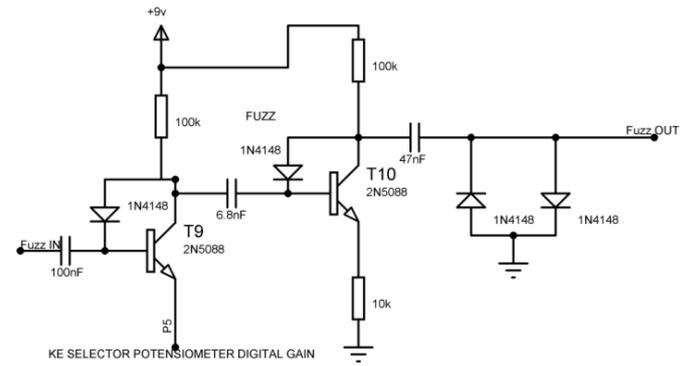
Gambar 5. Skematik low gain drive



Gambar 6. Skematik medium gain drive



Gambar 7. Skematik high gain drive



Gambar 8. Skematik fuzz

D. Rangkaian Equalizer

Rangkaian *equalizer* menggunakan sebuah *low pass filter* orde satu dan sebuah *high pass filter* orde satu. *Low pass filter* berperan sebagai kontrol *treble*, dan *high pass filter* berperan sebagai kontrol *bass*. Rangkaian *low pass filter* menggunakan potensiometer digital MCP42100 sebesar 100K Ω dan kapasitor 1 nF. Besaran potensiometer digital ini diatur oleh sebuah potensiometer analog sebesar 100K Ω. Resistansi potensiometer analog ini berbanding terbalik dengan *filter* yang diberikan. Apabila nilai resistansi potensiometer semakin besar, maka frekuensi *cutoff* pada frekuensi tinggi mengalami pelemahan yang lebih besar, dan berlaku pula sebaliknya. Dengan komponen tersebut maka dapat diketahui frekuensi yang terpotong pada saat potensiometer bernilai 100K Ω.

$$f_c = \frac{1}{2\pi RC} \dots\dots\dots(1)$$

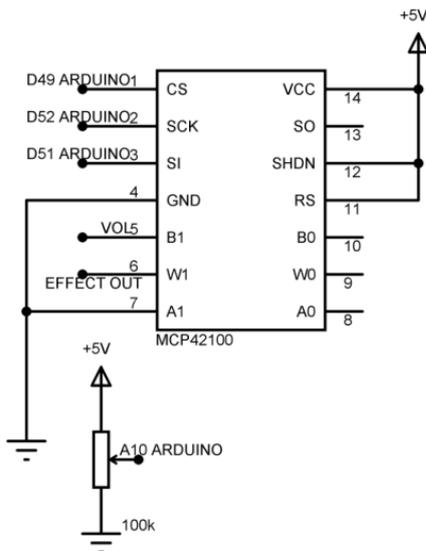
$$f_c = \frac{1}{2\pi(100000 \Omega)(1 \times 10^{-9})} = 1591,54 \text{ Hz}$$

Sedangkan rangkaian *high pass filter* menggunakan potensiometer digital MCP42100 sebesar 100K Ω yang dipasang seri dengan resistor 20K Ω dan kapasitor 2,2 nF. Besaran potensiometer digital ini juga diatur oleh sebuah potensiometer analog sebesar 100K Ω. Resistansi potensiometer analog ini berbanding terbalik dengan *filter* yang diberikan. Apabila nilai resistansi potensiometer semakin besar, maka frekuensi *cutoff* pada frekuensi rendah mengalami pelemahan yang lebih besar, dan berlaku pula sebaliknya. Dengan komponen tersebut maka dapat diketahui frekuensi yang terpotong pada saat potensiometer bernilai 100K Ω.

$$f_c = \frac{1}{2\pi(120000 \Omega)(2,2 \times 10^{-9})} = 602,85 \text{ Hz}$$

E. Rangkaian Master Level

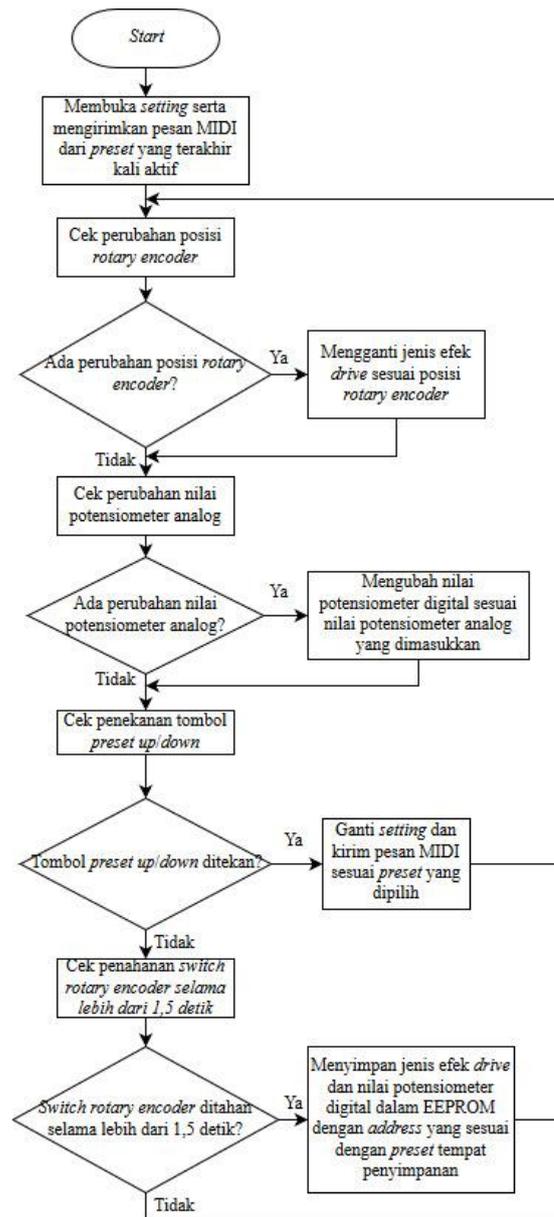
Rangkaian *master level* digunakan untuk mengatur volume efek yang dikeluarkan dari efek *drive*. Rangkaian *master level* terdiri dari sebuah potensiometer digital MCP42100 sebesar 100K Ω yang diatur besarnya dengan potensiometer analog sebesar 100K Ω.



Gambar 9. Skematik master level

F. Desain Software

Seluruh pemrosesan *input* dan *output* pada efek *drive* analog diatur oleh Arduino 2560. Berikut ini adalah blok diagram untuk pemrosesan yang dilakukan oleh Arduino.



Gambar 10. Flowchart keseluruhan sistem

Detail dari proses yang dilakukan pada Arduino Mega 2560 adalah sebagai berikut:

1. Ketika sistem pertama kali dinyalakan, Arduino akan menampilkan nomor *preset* yang terakhir kali diaktifkan. Nilai potensiometer dan jenis efek pada nomor *preset* yang bersesuaian akan dikeluarkan oleh Arduino.
2. Arduino akan memeriksa posisi *rotary encoder* untuk memilih jenis efek.

3. Selain itu, Arduino juga akan membaca perubahan nilai potensiometer analog untuk *bass*, *treble*, *gain*, dan *master level* dan memasukkannya ke potensiometer digital.
4. Arduino juga membaca penekanan *switch preset up/down footswitch* untuk memilih *preset* yang ingin diaktifkan.
5. Arduino dapat menyimpan nilai potensiometer digital dan jenis efek *drive* pada EEPROM internal Arduino Mega 2560 apabila *switch rotary encoder* ditahan selama 1,5 detik.
6. Arduino akan mengirimkan pesan MIDI pada efek eksternal untuk perpindahan *preset* sesuai dengan nomor *preset* yang aktif.

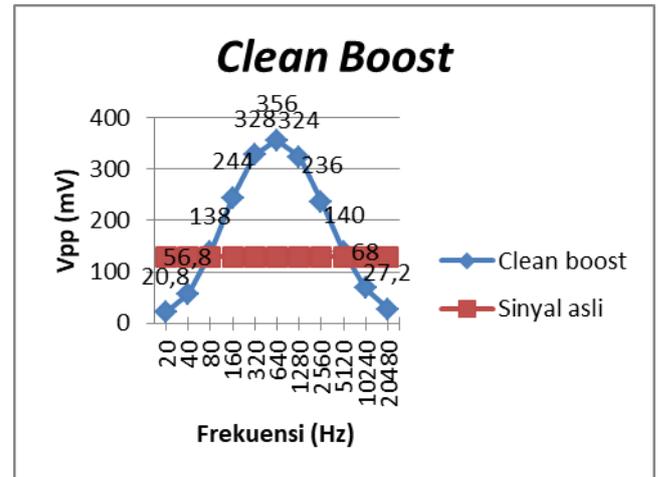
III. Pengujian Sistem dan Analisa

A. Pengujian Bentuk Gelombang

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui bentuk gelombang sebagai *output* dari rangkaian efek *drive*. Pengujian ini dilakukan dengan cara memasukkan sinyal sinusoidal yang dihasilkan *function generator* ke dalam masing-masing efek *drive*, mulai dari *clean boost* hingga *fuzz*. Pertama-tama, potensiometer *gain*, *bass*, dan *treble* pada efek *drive* dibuat pada posisi 0 Ω sehingga *output* dari efek *drive* adalah *output* efek *drive* murni tanpa ada pemotongan. Setelah itu, dilakukan pengujian pada masing-masing efek *drive* dengan cara membuat potensiometer *gain*, *bass*, dan *treble* pada posisi 100K Ω secara bergantian untuk mengetahui apakah perubahan parameter tersebut dapat mempengaruhi sinyal efek *drive* dengan tepat.

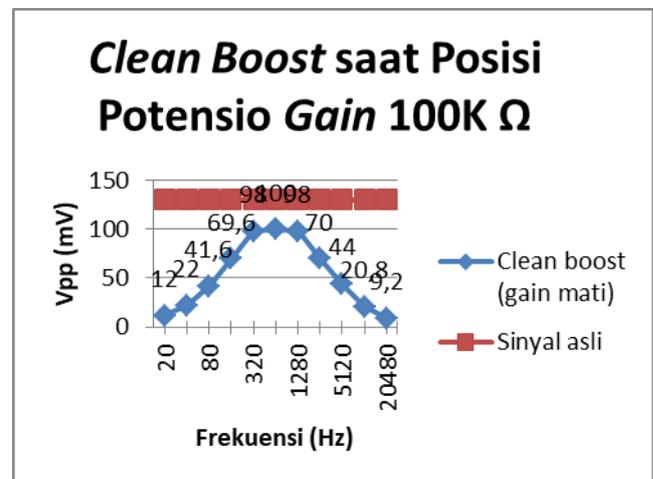
Frekuensi yang dihasilkan oleh *function generator* dimulai dari 20 Hz hingga 20480 Hz dengan V_{pp} sebesar 130 mV. *Range* frekuensi tersebut merupakan *range* frekuensi yang dapat didengar oleh manusia. Frekuensi yang dimulai dengan 20 Hz tersebut kemudian diubah menjadi 40 Hz, 80 Hz, dan kelipatannya hingga 20480 Hz. Kelipatan frekuensi menandakan bahwa not yang dimainkan adalah not yang konstan, tetapi oktaf dari not tersebut bertambah seiring bertambahnya frekuensi. *Output* efek *drive* tersebut kemudian dimasukkan ke dalam sebuah *oscilloscope* untuk diamati perubahan bentuk sinyalnya.

Berikut ini adalah hasil pengujian bentuk gelombang pada efek *clean boost*.



Gambar 11. Data pengujian efek *clean boost* pada tiap frekuensi tanpa pemotongan

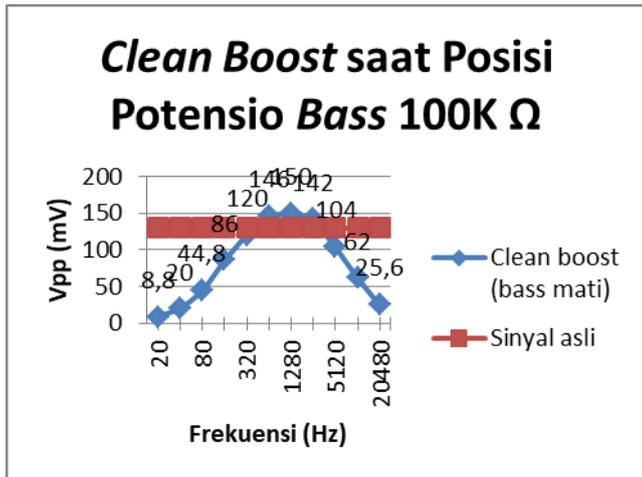
Rangkaian ini menguatkan frekuensi 80 Hz hingga 5120 Hz. Perbedaan pada *output* efek *clean boost* disebabkan oleh kapasitor pada rangkaian *clean boost* yang berfungsi sebagai *filter*, sehingga terdapat beberapa pemotongan frekuensi pada sinyal *output*.



Gambar 12. Data pengujian efek *clean boost* pada tiap frekuensi saat potensiometer *gain* berada pada posisi 100K Ω

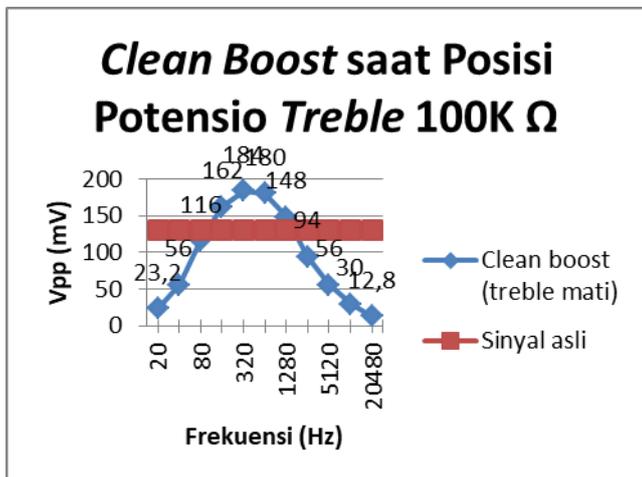
Ketika posisi potensiometer *gain* berada pada posisi 100K Ω *output* efek *clean boost* menjadi lebih kecil daripada sinyal aslinya. Perbedaan kecil yang ada pada *output* efek *clean boost* disebabkan oleh kapasitor pada rangkaian *clean boost* yang berfungsi sebagai

filter, sehingga terdapat beberapa pemotongan frekuensi pada sinyal output.



Gambar 13. Data pengujian efek *clean boost* pada tiap frekuensi saat potensiometer *bass* berada pada posisi 100K Ω

Meskipun pada bagian perancangan sistem *high pass filter* didesain untuk memotong frekuensi pada 602,5 Hz, ternyata pada frekuensi 640 Hz sinyal sudah mengalami pelemahan. Hal ini disebabkan karena adanya filter pada rangkaian *clean boost* sehingga *cutoff* frekuensi pada sinyal menjadi bergeser. Frekuensi yang dikuatkan apabila potensiometer *bass* berada pada posisi 100K Ω adalah antara 320 Hz dan 5120 Hz.



Gambar 14. Data pengujian efek *clean boost* pada tiap frekuensi saat potensiometer *treble* berada pada posisi 100K Ω

Meskipun pada bagian perancangan sistem *low pass filter* didesain untuk memotong frekuensi pada 1591,54

Hz, ternyata pelemahan mulai terjadi pada frekuensi 1280 Hz. Hal ini disebabkan karena adanya filter pada rangkaian *clean boost* sehingga *cutoff* frekuensi pada sinyal menjadi bergeser. Frekuensi yang dikuatkan apabila potensiometer *treble* berada pada posisi 100K Ω adalah antara 80 Hz dan 2560 Hz.

B. Pengujian Secara Subjektif oleh Para Ahli

Karena bunyi efek gitar bersifat subjektif pada tiap gitaris, maka perlu diadakan survei untuk menilai suara hasil efek *drive* secara subjektif. Penilaian ini tidak hanya menilai suara yang dihasilkan, namun juga menilai parameter yang lain seperti keakuratan posisi potensiometer dan jenis efek yang dipilih. Oleh karena itu ada beberapa parameter yang dapat dinilai oleh 10 orang ahli untuk pengujian secara subjektif melalui sebuah survei. Parameter ini dapat diisi dengan pendapat sangat tidak setuju, tidak setuju, netral, setuju, atau sangat setuju. Poin untuk sangat tidak setuju bernilai 1, tidak setuju bernilai 2, netral bernilai 3, setuju bernilai 4, dan sangat setuju bernilai 5. Satu parameter dapat memperoleh nilai dari skala 1 sampai 5.

Tabel 1. Tabel Penilaian Pengujian Para Ahli

No.	Pernyataan	STS	TS	N	S	SS	Total Nilai
		1	2	3	4	5	
1	Input potensiometer gain dapat terbaca dengan baik	0%	0%	0%	20%	80%	4,8
2	Parameter gain dapat tersimpan dengan baik	0%	0%	0%	20%	80%	4,8
3	Input potensiometer bass dapat terbaca dengan baik	0%	0%	10%	30%	60%	4,5
4	Parameter bass dapat tersimpan dengan baik	0%	0%	0%	20%	80%	4,8
5	Input potensiometer treble dapat terbaca dengan baik	0%	0%	20%	10%	70%	4,5
6	Parameter treble dapat tersimpan dengan baik	0%	0%	0%	20%	80%	4,8
7	Input potensiometer master level dapat terbaca dengan baik	0%	0%	0%	0%	100%	5
8	Parameter master level dapat tersimpan dengan baik	0%	0%	0%	10%	90%	4,9
9	Pesan MIDI yang dikirimkan sesuai dengan nomor preset	0%	0%	0%	10%	90%	4,9

10	Indikator LED dapat mewakili jenis efek yang dipilih	0%	10%	10%	30%	50%	4,2
11	Perpindahan nomor preset dapat dilakukan dengan tepat	0%	0%	0%	10%	90%	4,9
12	Suara dari jenis efek drive yang dipilih sesuai dengan namanya	0%	50%	10%	20%	20%	3,1
13	Pengoperasian efek dapat dilakukan dengan mudah	0%	0%	10%	10%	80%	4,7
		Rata-rata					4,607

iv. Kesimpulan

Beberapa kesimpulan yang diperoleh dari penelitian adalah sebagai berikut:

1. Nilai dari potensiometer analog dapat disimpan secara digital dan dapat dikeluarkan pada potensiometer digital pada seluruh nomor *preset*.
2. Efek *drive* dapat berkomunikasi dengan efek eksternal untuk perpindahan *preset* dengan menggunakan kontrol MIDI dengan tepat.
3. Potensiometer *gain*, *bass*, *treble*, dan *master level* dapat berfungsi untuk mengatur parameter yang berkaitan. Namun nilai pemotongan pada parameter *gain*, *bass*, dan *treble* menunjukkan perbedaan bila dibandingkan dengan perancangan sistem.
4. Dari total nilai sebesar 5, efek ini memperoleh nilai 4,607 melalui penilaian oleh 10 orang ahli.

Daftar Pustaka

- [1] Yeh, D. T., Abel, J. S., & Smith, J. O. (2007). Simplified, physically-informed models of distortion and overdrive. *Proceedings of the 10th int. conference on digital audio effects (DAFx-07)*, pp. 189-196.
- [2] Ahmadi, K. (2012). *Distortion*. Retrieved November 8, 2017, from https://ses.library.usyd.edu.au/bitstream/2123/8299/2/tech_Review_distortion_Koosha_Ahmadi.pdf
- [3] Elektron. (2016). *Analog drive multi-circuit analog distortion unit user manual*. Gothenburg, Sweden: Elektron.
- [4] Richardson, S. (2006). *The MIDI specification*. Prefect's Pages. Retrieved October 24, 2017, from http://educyclopedia.karadimov.info/library/The_MIDI_Specification.pdf
- [5] Gore, J. (2011). *Tonefiend DIY club: projects & resources*. Retrieved January 4, 2018, from <http://tonefiend.com/tonefiend-diy-club-projects-resources/>